ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ПРОДОВОЛЬСТВИЮ И ЗАКУПКАМ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ПРИ КОМИССИИ

БЕЛОРУССКАЯ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сборник научных трудов

Горки 1989

УДК 631.3—192

ВВЕДЕНИЕ

Повышение надежности сельскохозяйственной техники является одной из важнейших народнохозяйственных задач и решается она как при проектировании новых, так и в ходе эксплуатации и ремонта серийно выпускаемых машин.

Оценка надежности техники проводится как по групповым показателям, так и по индивидуальным. Норматив индивидуальных показателей должен обеспечиваться практически для каждого изделия. Поэтому актуальным является вопрос о рациональном выборе соответствующего норматива с учетом требований потребителей и изготовителей техники (Г. С. Кутузов, И. М. Шмаин, М. А. Шух).

Повышение безотказной работы тракторов в условиях реальной эксплуатации дает значительный экономический эффект без привлечения дополнительных капиталовложений. Влиянию уровня технической эксплуатации тракторов на их безотказность посвящена статья В. М. Занько, А. М. Купченко, А. Н. Карташевича.

Безопасность машин определяется опасными зонами, которые образуются агрегатом. Предсказать характер этих зон, их конфигурацию и размеры можно на основе кинематического анализа движения агрегатов (В. А. Гарбар, Д. А. Ефременков).

Сокращение сроков простоев техники и уменьшение затрат денежных средств на техническое обслуживание и ремонт неразрывно связаны с уровнем ремонтопригодности техники. Исследования влияния различных факторов на их приспособленность к ремонтам и техническим обслуживаниям дреноукладчиков представлены в статье Н. П. Жукова, Г. С. Кутузова, М. А. Шуха.

Эффективность мероприятий по совершенствованию технологии ремонта отдельных сопряжений сельскохозяйственной техники может быть оценена ростом послеремонтного ресурса. В связи с этим особую актуальность приобретают различные методы прогнозирования послеремонтного ресурса, а также оценка точности и достоверности прогноза (А. К. Трубилов).

Надежность сельскохозяйственной техники зависит от

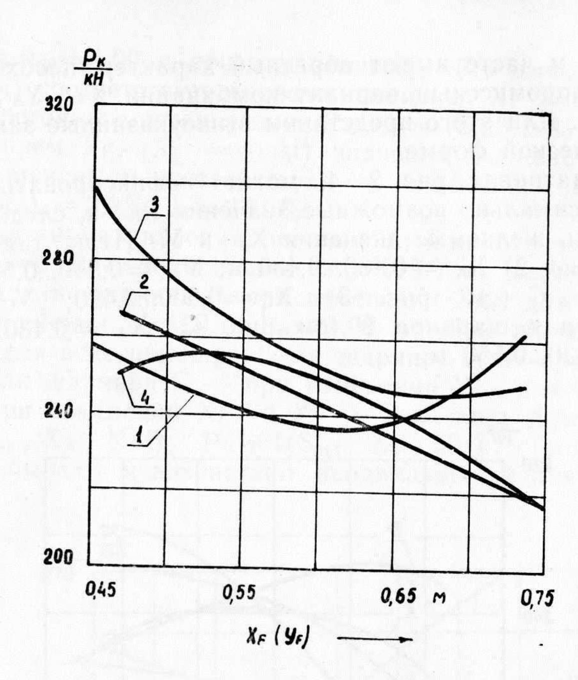


Рис. 4. Изменение подъемного усилия P_K в точке подвеса сельскохозяйственных машин при изменении координат опорного шарнира нижней тяги:

1—$P_K = f(X_F)$ } $h_п = 0,5$ м
2—$P_K = f(У_F)$ }

3—$P_K = f(X_F)$ } $h_п = 1,0$ м.
4—$P_K = f(У_F)$ }

Выводы

1. При удалении опорного шарнира (шарнир А) силового гидроцилиндра от оси передних колес трактора и возрастании высоты этого шарнира над опорной поверхностью при прочих равных условиях подъемное усилие в точке подвеса машины в начальной фазе подъема ($h_п = 0,4—0,5$ м) возрастает. В конечной фазе подъема ($h_п \geq 1,0$), наоборот, P_K возрастает при увеличении X_A и уменьшении $У_A$.

2. При изменении координат подъемного вала (шарнир С) P_K в начальной фазе подъема возрастает с увеличением X_C и частичным увеличением (до 1,10 м) $У_C$. В конечной фазе подъема картина изменения P_K обратная.

3. При изменении координат опорного шарнира нижней тяги (шарнир F) тенденция изменения P_K одинакова. P_K возрастает с увеличением X^F и с уменьшением $У_F$ и в начальной, и в конечной фазе подъема сельскохозяйственной машины.

4. Наиболее интенсивные изменения P_K в начальной фазе подъема вызываются изменением горизонтальной координаты шарнира А и вертикальной координаты шарнира F. В конечной фазе подъема большую значимость для P_K имеет изменение горизонтальной координаты шарнира А, вертикальной координаты шарнира С и горизонтальной координаты шарнира F.

5. Для достижения совместных максимально возможных значений P_K и для начальной, и для конечной фаз подъема необходимо, чтобы опорные шарниры механизма подъема навески имели следующие координаты: А (0,46...0,48; 0,540...0,560), С (0,600...0,620; 1,080...1,10), F (0,430...,0,450; 0,530...0,550).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы. Конструирование и расчет. Ч. III /Под ред. В. В. Гуськова. Минск: Вышэйшая школа, 1981. 383 с.

2. Васильченко В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин. Справочник. М.: Машиностроение, 1983. 301 с.

В. М. ЗАНЬКО,
А. И. КУПЧЕНКО,
А. Н. КАРТАШЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ ТРАКТОРОВ Т-150 К В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В последнее время предприняты попытки дать качественную и количественную оценки факторам, влияющим на работоспособность составных частей и сборочных единиц трактора. Это позволит более правильно и целенаправленно выбрать необходимый вид профилактического воздействия и определить наиболее рациональные пути его выполнения.

Оценка уровня ТЭТ производится по совокупности организационно-технических факторов, формализованных через частные и обобщенный показатели, в два этапа:

1. Оценка уровня через частные показатели, которую проводят по каждому фактору в отдельности.

2. Оценка по обобщенному показателю (по совокупности всех факторов). Частные показатели определяются [1] по формуле.

$$К_{чj} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} d_i}\ , \qquad (1)$$

где $К_{чj}$ — частный показатель уровня ТЭТ j-го обобщенного фактора;

d_i — оперативное значение j-го определяющего фактора в зависимости от уровня его реализации в эксплуатации;

n — число определяющих факторов для j-го обобщенного фактора;

j — порядковый номер обобщенных факторов;

П — знак произведения.

Обобщенный показатель определяется по формуле

$$К_0 = \frac{\sum_{j=1}^{n} К_{чj}\varphi_j}{0{,}95\sum_{j=1}^{n}\varphi_j}, \qquad (2)$$

где φ_j — вес j-го обобщенного фактора [2].

По формулам был произведен расчет показателей уровня ТЭТ в тех хозяйствах Горецкого и Мстиславского районов Могилевской области БССР, где эксплуатируются подконтрольные тракторы. В табл. 1 приведены усредненные данные для опорного пункта.

Таблица 1. **Результаты оценки уровня технической эксплуатации тракторов Т-150К** (опорный пункт БСХА)

Фактор	Показатели: Качественные	Показатели: Количественные
Качество ТО	Низкий	0,48
Качество текущего ремонта	—»—	0,56
Качество применяемых ГСМ	—»—	0,49
Квалификация тракториста	Средний	0,75
Качество хранения тракторов	—	
Общая оценка	Низкий	0,60

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что только фактор, характеризующий квалификацию трактористов, соответствует среднему уровню эксплуатации. Остальные факторы находятся на низком уровне. Оценка такого фактора, как качество хранения тракторов, не производилась, так как тракторы Т-150К в хозяйствах работают практически круглогодично.

Наиболее существенное влияние на ТЭТ оказывают такие факторы, как качество ТО и ТР. Несоблюдение правил ТО

тракторов увеличивает число отказов в 2,5 раза, а средняя наработка на отказ снижается более чем в полтора раза [2].

При росте числа отказов в течение определенного времени увеличивается время простоя трактора и, следовательно, уменьшается его сменная и годовая наработка. Одновременно с увеличением количества отказов и их сложностью увеличиваются и затраты на поддержание тракторов в работоспособном состоянии. Анализ статистических данных (табл. 2) показал, что среднегодовая наработка трактора с увеличением срока эксплуатации имеет устойчивую тенденцию к снижению, а суммарные удельные затраты на ТО и ТР вначале возрастают, достигая максимума на 4—6-й год эксплуатации, а затем уменьшаются.

Таблица 2. **Распределение наработки и удельных затрат на ТО и ТР тракторов по годам эксплуатации**

Год эксплуатации	Среднегодовая наработка трактора, моточас	Удельные затраты, руб/моточас: на ТО	на ТР	Всего
1	1020	0,021	0,19	0,211
2	1009	0,022	0,48	0,502
3	924	0,025	0,68	0,705
4	774	0,022	1,23	1,252
5	729	0,011	1,18	1,191
6	681	0,008	0,95	0,958
7	756	0,009	0,48	0,489
8	635	0,01	0,95	0,96

Это говорит о том, что отказы, возникающие на 4—6-й год эксплуатации, более сложных узлов (двигатель, трансмиссия и т. д.) требуют больших материальных и трудовых затрат на их устранение. Сопоставляя распределение удельных затрат на ТО и ТР, можно видеть, что удельные затраты на ТО в первые четыре года эксплуатации находятся примерно на одном уровне (достигая максимума на третий год эксплуатации), а затем резко уменьшаются. В то же время удельные затраты на ТР достигают наибольших значений на 4...6-й год эксплуатации. Следовательно, уменьшение затрат на ТО приводит к росту их на проведение ТР. Эта зависимость хорошо видна при рассмотрении динамики приведенных удельных затрат на ТР (удельных затрат на ТР, приходящихся на единицу удельных затрат на ТО), которые достигают максимальных значений на 5...6-й год эксплуатации (рис. 1).

Из вышесказанного следует, что несоблюдение периодич-

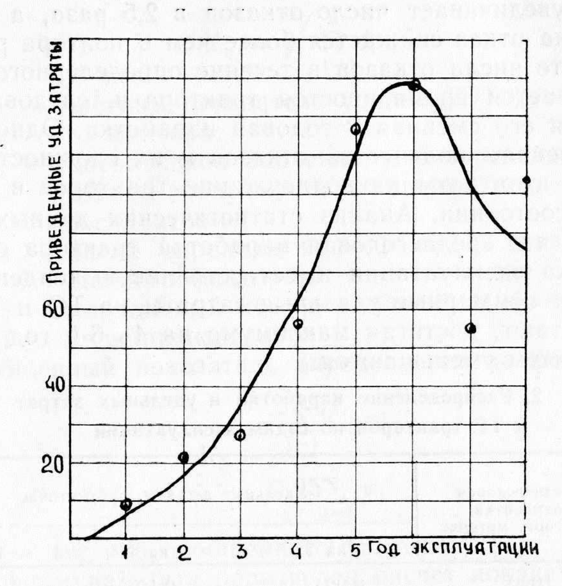


Рис. 1. Изменение приведенных удельных затрат на ТР по годам эксплуатации.

ности и полноты проведения операций ТО приводит к снижению безотказности трактора и росту затрат на ремонт и устранение отказов. Изменение удельных затрат на поддержание тракторов в работоспособном состоянии по годам их выпуска приведено в табл. 3.

Таблица 3. **Среднегодовые удельные затраты на ТО и ТР по годам выпуска тракторов Т-150К**

Год	Удельные затраты, руб/моточас		
	на ТО	на ТР	Всего
1978	0,021	1,315	1,336
1979	0,024	0,832	0,856
1980	0,024	1,111	1,135
1981	0,020	0,768	0,783
1982	0,007	0,480	0,437
1983	0,004	0,256	0,260

Анализ данных, приведенных в табл. 3, показал, что на Харьковском тракторном заводе разрабатываются и внедряются мероприятия, реализация которых существенно повышает безотказность работы тракторов и приводит к снижению удельных затрат на поддержание их в работоспособном

состоянии. Значительные удельные затраты для тракторов 1980 г. выпуска обусловлены тем, что под наблюдением находился лишь один трактор этого года выпуска, а следовательно, говорить о достоверности такой информации нельзя.

Выводы

1. Максимальные удельные затраты на поддержание трактора в работоспособном состоянии имеют место на 4-м году эксплуатации и составляют 1,252 руб/моточас.

2. Удельные затраты на ТО и ТР изменяются в зависимости от года выпуска тракторов. Для тракторов 1978 г. выпуска они составляют 1,336, а для 1983 г. — 0,260 руб/моточас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топилин Г. Е., Забродский В. М. Работоспособность тракторов. — М.: Колос, 1984. 303 с.

2. Величкин И. Н. Зависимость надежности тракторных дизелей от внешних факторов. Серия 1. Тракторы и двигатели. Вып. 12. М., 1984. 62 с.

Н. П. ЖУКОВ,
Г. С. КУТУЗОВ,
М. А. ШУХ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ДРЕНОУКЛАДЧИКОВ МЕТОДАМИ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Обследованиями (1985—1987 гг.) установлено, что ежегодно каждый экскаватор-дреноукладчик простаивает в плановых и неплановых ремонтах в среднем 50...80 дней, а затраты денежных средств на техническое обслуживание и ремонт превышают 36% от всех эксплуатационных расходов. Этим и была обусловлена необходимость проведения исследований уровня ремонтопригодности дреноукладчиков и влияния различных факторов на их приспособленность к ремонтам и техническим обслуживаниям. В качестве меры ремонтопригодности машин приняты следующие показатели:

для характеристики приспособленности к неплановым ремонтам — среднее время восстановления работоспособного состояния $T_в$;

для оценки приспособленности к техническому обслужи-

фициенты скорости и расхода выходного тракта ИДА «Коломна-15» для обычного варианта соответственно будут равны: $\varphi_{ап}=0{,}891$ и $\mu_{ап}=0{,}862$. Для садового варианта коэффициент гидравлических сопротивлений увеличится в зависимости от длины, диаметра и материала вставки и определится по формуле [1]

$$\zeta_{ап.сад} = \zeta_{ап} + \lambda \cdot \frac{l_{вс}}{d_{вс}} \cdot \left(\frac{d_c}{d_{вс}}\right)^2, \qquad (3)$$

где $l_{вс}$, $d_{вс}$ — соответственно длина и диаметр вставки;
d_c — диаметр струи в сжатом сечении.

Коэффициент гидравлического трения можно рассчитать по формулам Шифринсона или Прандтля [1], так как даже при минимальном давлении в аппарате средняя скорость движения воды во вставке будет около 3 м/с.

Выводы

1. Полученные значения гидравлических сопротивлений как для всего аппарата, так и для отдельных его узлов позволяют решать различные задачи при расчете ИДА «Коломна-15» и оросительной сети.

2. Из анализа графика связи $\Delta p = f(Q_п)$ видно, что во входном тракте ИДА происходят значительные потери давления, что приводит к снижению его производительности. Это указывает на необходимость конструктивного усовершенствования его входного тракта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика. М.: Энергоатомиздат, 1984. 640 с.
2. Байбаков О. В. и др. Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередач. 2-е изд., переработ. и доп. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.
3. Методические указания по статистической обработке экспериментальных данных в мелиорации и почвоведении. Л., 1977. 274 с.
4. Лебедев Б. М. Дождевальные машины: Теория и конструкции. 2-е изд. переработ. и дополн. М.: Машиностроение, 1977. 246 с.

В. Д. ПРУДНИКОВ,
А. И. КУПЧЕНКО,
В. М. ГОРЕЛЬКО

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ МТЗ-80/82 В УСЛОВИЯХ РЯДОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Недостаточная надежность тракторов сказывается на уменьшении их производительности, связанной с простоями их в ремонте, на величине денежных и трудовых затрат на их содержание, обусловливает рост капитальных вложений в производственные фонды ремонтного производства и промышленность, занятую изготовлением запасных частей для машин.

В качестве объекта исследований нами было взято под наблюдение 27 тракторов МТЗ-80/82 (из них 16 — 1978 года выпуска; 7 — 1979; 2 — 1982 и 2 — 1983 г.), работающих в 15 хозяйствах Могилевской области Белорусской ССР с сентября 1986 по сентябрь 1987 г. За данный период было зарегистрировано 216 отказов. Все отказы условно были разделены на отказы двигателя; муфты сцепления; коробки перемены передач; заднего и переднего моста, карданной передачи; гидроаппаратуры; электроаппаратуры; прочие отказы (табл. 1).

Таблица 1. **Распределение отказов тракторов МТЗ-80/82**

Узлы	Отказы	
	Всего	%
Двигатель	66	30,5
Муфты сцепления	19	8,8
Коробка перемены передач	8	3,7
Задний и передний мосты, карданная передача	28	13,0
Гидроаппаратура	28	13,0
Электрооборудование	29	13,4
Прочие	38	17,6

Наибольшее число отказов приходится на двигатель (30,5%), наименьшее — на детали коробки передач (3,7%). Наиболее полно отказы характеризует группа сложности устранения отказов (методика определения группы сложности разработана в НПО НАТИ). Согласно этой методике все зарегистрированные отказы были разделены на 3 группы сложности (табл. 2).

Таблица 2. **Распределение отказов по группам сложности**

Узлы	Колич. отказов	Группа сложности		
		1	2	3
Двигатель	66	24	38	4
Муфта сцепления	19	1	4	14
КПП	8	—	6	2
Задний и передний мосты, карданная передача	28		21	7
Гидроаппаратура	28	6	22	—
Электрооборудование	29	16	13	—
Прочие	38	21	17	

Распределение отказов по интервалам наработки по узлам представлено в табл. 3.

Таблица 3. **Распределение отказов по интервалам наработки**

Интервал наработки	Всего отказов	Число отказов по узлам						
		Двигатель	Муфта сцепления	КПП	Задний, передний мост, кардан. передача	Гидроаппаратура	Электроаппаратура	Прочие
0...1000	40	12	4	2	4	3	4	11
1001...2000	21	6	3	—	2	4	2	4
2001...3000	30	15	4	—	2	4	3	2
3001...4000	37	5	5	1	5	5	10	6
4001...5000	10	3	1	—	1	2	2	1
5001...6000	16	8	1	—	4	—	1	2
6001...7000	29	7	1	3	6	2	6	4
7001...8000	19	5	—	2	3	5	—	4
8001...9000	10	3	—	—	1	2	1	3
9001...10000	4	2	—	—	—	1	—	1
	216	66	19	8	28	28	29	38

Наибольшее число отказов приходится на отказы в интервале до 1000 моточасов, что вызвано некачественным проведением технического обслуживания в хозяйствах. Средняя периодичность проведения операций ТО-1 составила 344 моточаса, а ТО-2 — 447, т. е. фактическая периодичность ТО-1 увеличена почти в 6 раз, а ТО-2 — в два раза. При этом полнота выполнения операций ТО-1 составила 78%, а ТО-2 — 64% от объема работ, предусмотренных конструкцией по эксплуатации трактора [1]. Следовательно, все отказы, появившиеся после техобслуживания, относятся к отказам в результате неправильной эксплуатации [2].

Из результатов исследований видно, что большое количество отказов возникает из-за неправильной эксплуатации, т. е. неполного проведения операции техобслуживания и увеличения срока периодичности проведения техобслуживания, применения не тех масел, которые требуются по инструкции. При такой эксплуатации, которая имеет место в рядовых условиях, значение показаний надежности тракторов будет существенно отличаться от показаний, полученных при нормальной эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы МТЗ-80; МТЗ-80Л, МТЗ-82; МТЗ-82Л. Руководство по эксплуатации и уходу. Минск: Ураджай, 1973. С. 264.

2. Фрейманис В. Ж., Анетенок В. П. Надежность трактора МТЗ-50/52 //Механизация полеводства и животноводства. Тр. ЛСХА, вып. 182, Елгава, 1981. С. 114...119.

Е. И. МАЖУГИН,
В. В. МОХОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ АЭРИРОВАННЫХ ЖИДКИХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Существующие теоретические разработки, относящиеся к центробежному разделению жидких дисперсных систем, не учитывают того, что в большинстве случаев разделяемые системы являются аэрированными, т. е. содержащими пузырьки воздуха, которые, перемещаясь в объеме жидкости, могут заметно повлиять на эффективность разделения.

При разделении суспензий твердые частицы под действием центробежных сил отбрасываются от оси вращения, а пузырьки газа движутся к ней. Встречное движение твердых частиц и пузырьков ведет к снижению эффективности разделения, особенно при наличии условий, обусловливающих слипание пузырьков и твердых частиц, что приводит к явлению, сходному с флотацией. Такое же явление может возникнуть и при разделении эмульсий. Например, при разделении эмульсии типа «масло в воде» капельки масла движутся к оси вращения. В этом же направлении движутся пузырьки, но благодаря меньшей плотности пузырьки обычно движутся быстрее и при столкновении и слиянии с капельками масла будут повышать эффективность разделения.

В несмачивающей жидкости две дисперсные сферические